

ПРОВЕДЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В.А. Проскуров, И.А. Ботыгин
Томский политехнический университет
E-mail: rilshok@ya.ru

Введение

Изменение климата напрямую влияет на деятельность человека и протекание жизненных процессов на планете. В связи с этим, изучение и анализ изменений климата является актуальной проблемой. Измерения, осуществляемые различными регистраторами геофизических параметров, требуют постоянной статистической обработки и интерпретации результатов. В настоящей работе приведены результаты исследования основных метеорологических характеристик приземной атмосферы с использованием корреляционно-регрессионного анализа.

Структура и содержание данных

Для проведения корреляционно-регрессионного анализа динамических характеристик атмосферы использовались данные с сервера системы климатического мониторинга [1]. В частности, в программных экспериментах обрабатывались временные ряды с температурой, скоростью ветра, атмосферным давлением и относительной влажностью воздуха, полученные с ультразвукового термоанемометра АМК-03 за период с 01.01.17 по 31.12.17 год. АМК укомплектован тремя блоками измерения метеопараметров, установленных на радиомачте на высоте 2, 8 и 28 метров. Дискретность измерений – 1 мин.

Ниже (рис. 1 – рис. 6) представлены линейные графики для каждой наблюдаемой атмосферной характеристики.

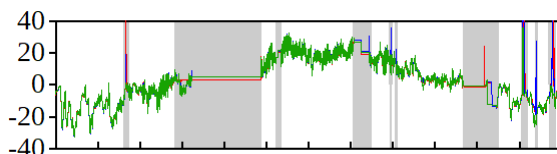


Рис. 1. Температура воздуха, градусы Цельсия

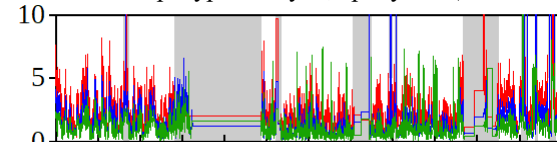


Рис. 2. Скорость горизонтального ветра, м/с

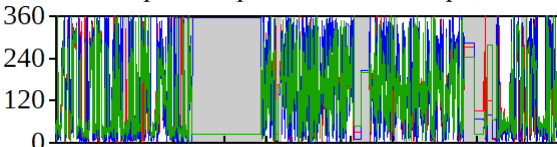


Рис. 3. Направление горизонтального ветра, град.

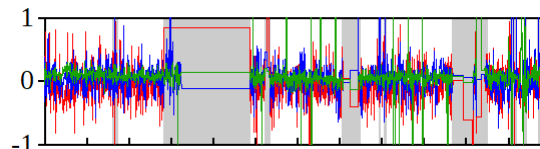


Рис. 4. Скорость вертикального ветра, м/с

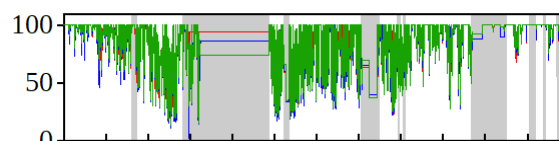


Рис. 5. Относительная влажность воздуха, %

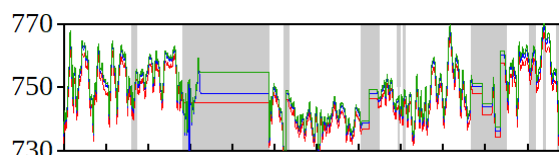


Рис. 6. Атмосферное давление, мм.рт.ст.

Данные предоставлены с 4-х часовым шагом дискретизации без обработки внутри интервала.

Визуальный анализ показал, что в исходных данных присутствуют несинхронные пропуски, продолжительностью от двух минут до нескольких дней, продолжительные временные интервалы, содержащие одни и те же значения и аномальные выбросы. Для сквозной синхронизации, выравнивания, аппроксимации и анализа исследуемые временные ряды были обработаны специальной авторской программой «Series Normalizer» [2].

Регрессионный анализ

Для оценки значимости искоемых корреляционных связей между сериями наблюдений были построены диаграммы рассеяния (рис. 7 – рис. 12) [3, 4].

Каждая диаграмма соответствует одной метеорологической характеристике для пар блоков, размещенных на разных высотах: 2 и 8 метров, 2 и 28 метров, 8 и 28 метров.

Диаграммы рассеяния сформированы на основе 484 тыс. наблюдений. Черным точкам соответствует пары наблюдений, не попавшие в аномальные интервалы, красным точкам – попавшие. Дополнительно зеленым и красным цветом на диаграммы рассеяния нанесены регрессионные прямые. Для параметров наблюдений, не попавших в аномальные интервалы, регрессионные прямые отмечены

зеленым цветом, а красным цветом – для всех наблюдений.

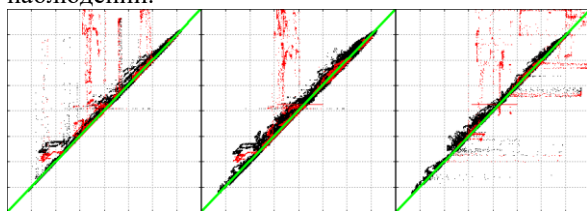


Рис. 7. Температура воздуха

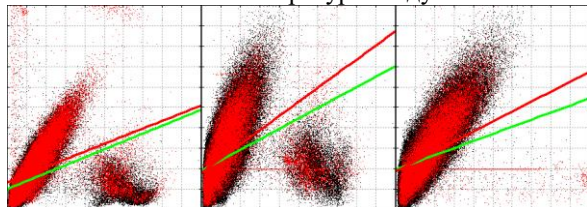


Рис. 8. Скорость горизонтального ветра

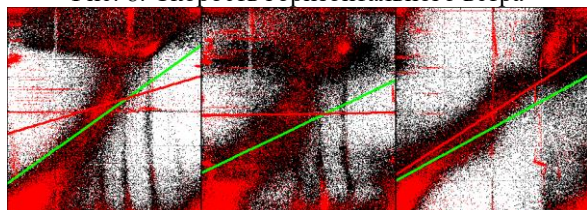


Рис. 9. Направление горизонтального ветра

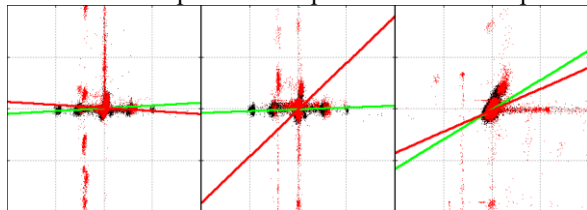


Рис. 10. Скорость вертикального ветра

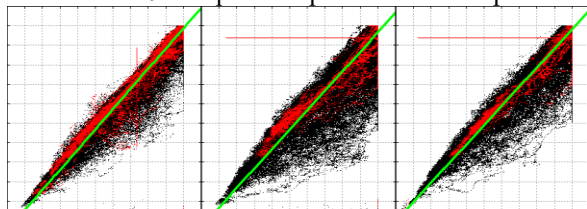


Рис. 11. Относительная влажность воздуха

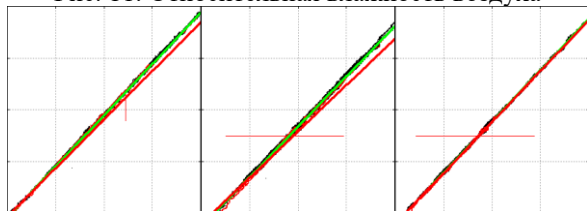


Рис. 12. Атмосферное давление

Корреляционный анализ

Для выявления корреляции между двумя метеорологическими характеристиками использован линейный коэффициент корреляции Пирсона. Расчет коэффициента производится по следующей формуле:

$$R_{XY} = \frac{\Sigma(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X - \bar{X})^2 \Sigma(Y - \bar{Y})^2}}$$

где $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n X_i$ и $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n Y_i$ – среднее значение выборок.

В таблице представлены расчетные значения коэффициентов корреляции для серий, полученных путем сопоставления значений, зарегистрированных на высотах 2 и 8 м, 2 и 28 м, 8 и 28 м.

Таблица. Коэффициенты корреляции для метеорологических параметров на разных высотах

Метеорологическая характеристика	Высота над ур. моря, м.					
	с аномалиями			без аномалий		
	2-8	2-28	8-28	2-8	2-28	8-28
Темп. воздуха	0.96	0.95	0.98	1.00	1.00	1.00
Скор. гор. ветра	0.28	0.56	0.53	0.24	0.41	0.45
Напр. гор. ветра	0.20	0.01	0.64	0.51	0.40	0.59
Скор. верт. ветра	0.03	0.33	0.30	0.01	0.01	0.67
Отн. влаж. воздуха	0.95	0.81	0.92	0.98	0.93	0.97
Атм. давление	0.59	0.57	1.00	0.65	0.64	1.00

Заключение

В рамках проведенного исследования выявлены факты, указывающие на наличие неисправностей в оборудовании метеорологического комплекса. В частности, анализ диаграмм температуры воздуха выявил тенденцию к занижению измеряемых значений. Предполагается, что некорректное измерение температуры приводит к некорректно регистрируемым значениям относительной влажности воздуха.

Ярко выраженная корреляция зафиксирована для температуры воздуха, относительной влажности воздуха и атмосферного давления. Для параметров, описывающих скорость и направление ветра, наблюдаются умеренные корреляционные связи.

Наибольшая теснота корреляционных связей зафиксирована при сопоставлении данных, зарегистрированных на высотах 8 и 28 метров.

Список использованных источников

1. Система климатического мониторинга [Электронный ресурс] // IMCES SB RAS – URL: <http://mon.imces.ru> (дата обращения 04.09.2019).
2. Проскуров В.А. Нормализация временных рядов [Электронный ресурс] – URL: <https://github.com/RilShok/seriesNormalizer> (дата обращения 04.09.2019).
3. Прохоров С.А. Прикладной анализ неэквидистантных временных рядов: моногр. – Сам.: СамНЦ РАН, 2001. – 376 с.
4. Желязны Д. Говори на языке диаграмм: Пособие по визуальным коммуникациям для руководителей. – Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 290 с.